Aus dem Städtischen Krankenhaus am Urban, Chirurgische Abteilung
(Direktor: Prof. Dr. E. Gohrbandt).

Vergleichende Studien über die Morphologie der Meerschweinchenspermatozoen

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Medizinischen Doktorgrades
an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

vorgelegt von

Karl Heinrich Dorner

aus Spandau

Tag der Promotion: 6. März 1941

VERLAG RUDOLPH PFAU, BERLIN NW 7, LUISENSTR. 21

M 442

Gedruckt mit Genehmigung
der
Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. K r e u z
Referent: Prof. Dr. E. G o h r b a n d t
Korreferent: Prof. Dr. P. G o h r b a n d t

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Inhaltsübersicht.

Seite

Einleitung 5

I. Allgemeiner Teil 6

A. Vergleichende Anatomie und Physiologie der Samenwege bei Mensch und Tieren 6

B. Vergleichende Morphologie der Samenfäden bei Mensch und Tieren 11

C. Lebensdauer und Beweglichkeit der Spermien bei Mensch und Tieren 16

II. Spezieller Teil (Eigene Untersuchungen) 24

A. Gewinnung der Spermien 24

B. Färbetechnik 24

C. Vorkommen und Beweglichkeit der Spermien in den einzelnen Abschnitten der ableitenden Samenwege 25

D. Morphologische Untersuchungen 27

1. Klassifikation und Nomenklatur der Spermien 27

2. Spermiogramm 28

3. Morphologie der Spermien 28

4. Ergebnis der morphologischen Untersuchungen 33

III. Zusammenfassung 37

IV. Literaturverzeichnis 39

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41550822_0031

Einleitung.

Seit Inkrafttreten des Gesetzes zur Verhütung erbkranken Nachwuchses wurden zahlreiche Untersuchungen am Sperma Sterilisierter vorgenommen. Mit morphologischen Untersuchungen, um Beziehungen zwischen Erbkrankheit und Fertilität festzustellen, befassen sich die Arbeiten von Stiasny. Zu Vergleichszwecken wurden Studien über die Morphologie der Spermatozoen an menschlichen Leichen, Herbivoren und Carnivoren gemacht. Im Rahmen dieser Arbeiten stellte ich mir die Aufgabe, mich mit der Morphologie der Meerschweinchenspermien zu befassen.

Die Amerikaner Williams und Savage waren die ersten, die sich mit morphologischen Spermienuntersuchungen beschäftigten. Sie untersuchten das Sperma von Bullen, um eventuelle Beziehungen zwischen der Zahl der morphologisch veränderten Spermatozoen und dem Grade der Fruchtbarkeit festzustellen. Es galt bis dahin allgemein die Auffassung, daß ein Ejakulat, in dem reichlich bewegliche Spermien vorhanden wären, auch eine hohe Befruchtungsfähigkeit habe. Diese kann nach Williams nicht an der Motilität des Ejakulats gemessen werden; die Motilität kann als Maßstab in diesem Sinne höchstens eine untergeordnete Rolle spielen. In erster Linie ist das morphologische Bild entscheidend: *Maßgebend für den Befruchtungswert eines Spermas ist die morphologische Beschaffenheit des Spermienkopfes.*

Williams' und Savages Untersuchungen ergaben, daß ein Stier, in dessen Sperma mehr als 17,5% abnorme Spermien gefunden werden, nicht von normaler Fruchtbarkeit ist.

Später untersuchte der Amerikaner Moench die Ejakulate von fertilen und afertilen Männern. Er hat ungefähr fünfzig verschiedene atypische Spermienformen beschrieben. Im großen Ganzen kommt er zu den gleichen Ergebnissen wie Williams und Savage.

I. Allgemeiner Teil.

A. Vergleichende Anatomie und Physiologie der Samenwege bei Mensch und Tieren.

Die Hoden des Meerschweinchens (Cavia, Cavia porcellus) sind gegenüber seiner Körpergröße relativ groß, zeigen in ihrer Gestalt aber keine wesentlichen Unterschiede von den Hoden anderer Säugetiere. Bei den Säugetieren mit Ausnahme von Monotremen, Elefanten, Procavia und anderen findet eine Wanderung des Hodens in den Hodensack statt. Das Meerschweinchen gehört zu den wenigen Tierarten (Rodentia, Insectivora, Chiroptera und einigen Affen), bei denen der Hoden nur zur Brunstzeit heraustritt, während er sonst in der Bauchhöhle liegt. Bei der Exstirpation läßt er sich ohne Schwierigkeiten herausnehmen. Eigentümlicherweise muß nach Krause beim artverwandten Kaninchen zu diesem Zweck ein Stück der Schambeine reseziert werden.

Bei den meisten Tierarten zeigen Längsschnitte durch die funktionierenden Samenkanälchen, daß die Ausbildung der Spermien wellenförmig vor sich geht. Auf einem Querschnitt durch ein Samenkanälchen (Abb. 26)[1] trifft man daher in allen Abschnitten der Wandung stets nur die gleichen Umwandlungsstadien der Samenzellen an. Beim Menschen ist das nicht der Fall, sondern hier kann man die verschiedenen Entwicklungsphasen auch an einem Querschnitt beobachten (Stoehr).

Nach Moellendorff stammt die die Spermien umgebende Flüssigkeit aus dem Hoden und wird durch die Epithelzellen des Nebenhodenganges wieder resorbiert.

Bei Menschen und Säugetieren besitzt der Ductus epididymis im Anfangsteil ein hohes Epithel mit starker Sekretion. Die Ringmuskelschicht ist im Verhältnis zu der des Ductus deferens sehr schwach und wird nur im Schwanzteil etwas stärker (Abb. 24). Benoit

1. Abbildungen und Tabellen sind nur im Original vorhanden, das beim Verfasser (Berlin-Südende, Hanstedter Weg 8) eingesehen werden kann.

unterscheidet am Epithel des Nebenhodengangs und der Ductuli efferentes Zylinder und Basalzellen. Embryonal sind alle Zellen in den Ductuli efferentes gleich und erst beim heranwachsenden Tier tritt eine Differenzierung in sezernierende und flimmernde Zellen ein. Nach Kastration verändern sich besonders die sezernierenden Zellen. Man kann hieraus auf einen Einfluß der Spermiogenese auf die Sekretion schließen.

Nach den Untersuchungen von v. Lanz an Mäusen, Feldhasen und Meerschweinchen kommt, da der Kopf schnell ohne Stauungen durchwandert wird, dem Nebenhodenkopf und -körper eine rein sekretorische Bedeutung zu. Seine sekretorische Leistung steht in enger Beziehung zum funktionellen Zustand des Hodens. Der Schwanzteil des Nebenhodens dagegen dient als Reifespeicher. Die Wanderungsgeschwindigkeit des Samens ist hier gleich Null. Durch Unterbindungen stellte v. Lanz fest, daß sich der Samen im Nebenhodenschwanz bis zu zwei Monaten aufhält.

Moore beobachtete sogar bei Unterbindung der Ductuli efferentes noch nach sechs Monaten Spermien im Nebenhoden des Meerschweinchens.

Auch Simeone und Young sind der Ansicht, daß die unreif aus dem Hoden kommenden Zellen im Schwanzteil reifen, und zwar unabhängig vom Nebenhodensekret. W. C. Young machte Befruchtungsversuche mit Meerschweinchensperma aus dem Nebenhoden. Dabei zeigte das Kopfsperma eine Fruchtbarkeit von 33%, das Schwanzsperma von 68%. Bei beiderseitiger Unterbindung hatte das Kopfsperma nach 25 Tagen eine Fruchtbarkeit von 44%, das Schwanzsperma nur von 32%. Er schließt hieraus, daß nur der Zeitfaktor für die Reife der Spermatozoen Bedeutung hat, nicht das Sekret.

Young und Toothill fanden mit Hilfe von Farbinjektionen, daß beim sexuell inaktiven Meerschweinchen die Spermien vom Nebenhodenkopf bis zum Anfang des Ductus deferens 15—18 Tage brauchen. Trennt man den Hoden vom Nebenhoden, so verlängert sich die Zeit auf 25—28 Tage. Hieraus schließen sie, daß Flüssigkeit und Spermatozoen konstant produziert werden.

Nach Young ist die Vorstellung einer Resorption von Spermien im Nebenhoden beim Meerschweichen nicht haltbar. Es sind lediglich regressive Veränderungen des nicht ausgeschiedenen Spermas unter Einfluß des Alters und der erhöhten Temperatur in Nebenhoden und Vas deferens festzustellen.

Redenz gibt an, daß der Nebenhoden ein Sammelrohr für die Spermien ist. Die Anatomie und Physiologie dieses Organs garantiert die Erhaltung der Funktionstüchtigkeit der Spermien. Sie werden nämlich mit einem Colloidmantel umgeben, der ein optimales Medium für die Bewegung im neutralen Milieu schafft und Schutz gegen die saure Reaktion der Vagina bietet.

Benoit glaubt, daß bei Mensch und Säugetier auch im Ductus deferens Stoffe zur Lebenserhaltung der Spermien abgegeben werden. Die Drüsenfunktion soll unter Einfluß des Hodens stehen. Boeminghaus legte das Vas deferens des Menschen in Ringerlösung von 37° und beobachtete nach einer viertel bis halben Stunde das Auftreten einer rhythmischen, fortschreitenden Bewegung, die der Darmperistaltik nicht vollkommen gleicht. Der Samenleiter saugt durch eine Erweiterung seines Lumens die Spermien an und stößt sie dann in der Art eines Spritzmechanismus in peripherer Richtung aus (Goertler).

In der von Rehfisch getroffenen Einteilung der Säugetiere in Bezug auf die Samenblasen fällt das Meerschweinchen unter „Tiere, deren Samenblasen organisch denen des Menschen gleichen, aber getrennt vom Ductus ejaculatorius in den Sinus urogenitalis einmünden." Unter diese Gruppe fallen die Nager. Eine Ausnahme bildet das Kaninchen, dessen unpaare Samenblase, das sog. Webersche Organ, in den Ductus deferens mündet.

Infolge dieser anatomischen Verhältnisse besteht beim Meerschweinchen keine Möglichkeit, daß Spermien in die Samenblase eindringen können. Bei ihm kommt also eine Funktion der Samenblasen als Speicherorgan für Spermatozoen nicht in Frage. Dies hat Kayser in seinen Untersuchungen am Meerschweinchen beobachtet. Er fand im Nebenhoden unzählige, im Ductus deferens und in der Ampulle zahlreiche, in den Samenblasen aber niemals Samenfäden.

Bei vergleichenden Versuchen an Kaninchen fand er bald mehr, bald weniger Spermien in den Samenblasen. Ob die Samenblasen des Menschen als Samenspeicher fungieren, scheint heute noch nicht völlig geklärt zu sein. Fuerbringer fand bei Untersuchungen an menschlichen Leichen bei 80% Spermien in den Samenblasen. Rehfisch bewies durch seine Spritzversuche, daß die Spermien die Samenblasen passieren müssen, ehe sie in den Ductus ejaculatorius gelangen. (Mechanisches Gesetz vom Weg des geringsten Widerstandes.) Die Mündung des Ductus deferens ist groß und weit

und erfolgt in einem konvexen Winkel, dagegen mündet die Samenblase in den Ductus ejaculatorius in einem schmalen Engpaß. Erst die Muskulatur der Samenblase kann diesen Widerstand überwinden. Es können nach Knaus die Samenblasen kein Speicherorgan sein, da die Spermien infolge der Bauchhöhlenwärme ihre Befruchtungsfähigkeit höchstens 4 Tage behalten.

Broesicke ist der Ansicht, daß es beim Menschen ein eigenes Sekret der Samenblasen gibt, welches aber nur dazu dient, ein dünneres Medium zu schaffen und die Spermien aus den Samenblasen zu spülen. Drei Komponenten sind zur erfolgreichen Befruchtung notwendig: der Samen, das Samenblasensekret und das Prostatasekret (Fuerbringer). Diese Theorie wurde durch Untersuchungen von Steinach und Rehfisch bestätigt.

Voicu und Petrescu nehmen auch eine innersekretorische Funktion von Samenblase und Prostata an; sie beobachteten bei Nagern nach Resektion der Samenblasen ein Nachlassen der Zeugungskraft. Walker stellte bei den Nagetieren neben den Samenblasen kleine koagulierende Drüsen fest, deren Sekret mit dem der Samenblasen vermischt eine Koagulation bildet. Diese läßt den Samen zu einem Brei erstarren und verhindert ein Herausfließen aus der Scheide.

Hilzheimer und Haempel beschreiben als Besonderheit bei den Muriden und einigen anderen Nagern die Ausstoßung eines Scheidenpfropfes bei der Ejakulation. Es ist dies eine zähflüssige, schnellgerinnende Masse, die hinter dem Sperma her in den Uterus eindringt und ihn so nach außen abschließt, daß keine weitere Begattung stattfinden kann.

Meves unterscheidet in der Spermiogenese bei Menschen und Meerschweinchen drei Perioden. Die erste Periode erstreckt sich vom Ende der ersten Reifungsteilung bis zum Auftreten der Schwanzmanschette, die zweite bis zum beginnenden Schwund dieses Gebildes und die dritte bis zur Abschnürung des größten, zum Aufbau des Spermiums nicht verwendeten Teils der Zellsubstanz der Spermatide.

In der ersten Periode wandelt sich zuerst das Idiozom um, indem in seinem Innern ein großes färbbares „Akrosom" entsteht. Dieses liegt innerhalb eines großen Bläschens, welchem ein halbmondförmiger Rest von Idiozomsubstanz anliegt. Bläschen und Akrosom lagern sich nun dem Kern an. Gleichzeitig beginnt das Akrosom sich in eine Außenzone und einen Innenkern zu differen-

zieren. Der Innenkern tritt dann teilweise durch die Außenzone heraus und verschmilzt mit der Kernwand. Das den Spitzenkörper umgebende Bläschen wird zur Kopfkappe. Der Rest des Idiozoms gleitet nach hinten und geht später zugrunde. Gleichzeitig verändern sich die direkt unter der Zelloberfläche gelegenen Zentralkörper. Von dem distalen Zentralkörper wächst die Anlage des Achsenfadens der Geißel als feiner, immer länger werdender Faden aus. Für die menschlichen Spermatozoen wies Meves nach, daß der proximale Zentralkörper an den Kern heranrückt, sich dem Kern anlagert und senkrecht zum Achsenfaden zu einem Stäbchen in die Länge wächst. Dieses Stäbchen verbindet sich zunächst nur durch sein eines, in der Verlängerung des Achsenfadens liegendes Ende, später in größerer Ausdehnung mit dem Kern. Das distale, mit dem auswachsenden Achsenfaden versehene Zentralkörperchen rückt gleichfalls gegen den Kern und verdickt sich zu einem stumpfkegelförmigen Gebilde, dessen Spitze dem benachbarten proximalen Zentralkörperchen zugewandt ist und sich mit ihm verbindet. Später findet man an seiner Stelle ein Knöpfchen und dahinter einen Ring.

Der in dem Spermienkopf sich nun bildende Kern nimmt dabei eine exzentrische Lage ein, beginnt sich abzuplatten und in die Länge zu strecken und tritt aus der Zelle heraus, soweit er von der Kopfkappe bedeckt wird. Zugleich wird er immer dichter und mehr homogen.

Zu Anfang der zweiten Periode bildet sich die Schwanzmanschette. Ihre erste Anlage besteht aus einem System von Fäden, welche an der Oberfläche des Kernes um den Ursprung des Achsenfadens herum entspringen und schräg nach hinten verlaufen. Diese Fäden werden dicker und schließen sich zu einer zarten Membran zusammen, welche als dünnwandige, hinten offene Röhre den hinteren Teil des Kernes und das Anfangsstück des Schwanzes umgibt.

Die dritte Periode beginnt damit, daß die Schwanzmanschette bis auf einen oder mehrere Fäden zugrunde geht; auch der Idiozomrest schwindet jetzt.

Der aus dem distalen Zentralkörper hervorgegangene Ring wandert am Achsenfaden distal entlang und rückt bis an das hintere Ende des späteren Verbindungsstückes, um hier die Schlußscheibe zu bilden. Die Mitochondrien lagern sich nunmehr um den Achsenfaden im Bereich des Verbindungsstückes herum und verschmelzen miteinander zu den Spiralfäden, zwischen deren Windungen eine Zwischensubstanz entsteht. Der Kopf nimmt gegen Ende der dritten

Periode die definitive Form an. Dieser Entwicklungsprozeß findet seinen Abschluß im Hoden dadurch, daß die Zellsubstanz sich vom Spermium in Gestalt eines sackartigen Ballens abschnürt.

B. Vergleichende Morphologie der Samenfäden bei Mensch und Tieren.

In den eingangs erwähnten Untersuchungen Moenchs über die Morphologie der Spermien findet sich folgendes Schema morphologisch veränderter Formen:

normal,	cytoplasm. Ausstoßung,
schmal,	nackter Achsenfaden,
klein,	geringelt,
groß,	unterentwickelt,
verjüngt,	verdünntes Mittelstück,
überentwickelt,	doppelte Zellen,
Endknöpfchen,	runde Zellen.
amorph solid gefärbt,	

Moench hält die Kopfveränderungen für die wichtigsten, da der Kopf der Träger der Erbmasse ist. Die relative Anzahl der abnormen Spermienköpfe ist das beste Kriterium für die Befruchtungsfähigkeit des betreffenden Individuums. Nur die schwersten Veränderungen der Samenfäden sind zu erkennen, während die spermiogenetische Störung alle Spermien betrifft. Auch sind nicht alle Veränderungen des Kopfes von gleicher Bedeutung für die Beurteilung der Fertilität. So müssen geringe Verschmälerung und Abrundung des Kopfes noch unter die physiologischen Formen gerechnet werden, während zum Beispiel absolut runde Köpfe für anormal gelten. Es ist allerdings fraglich, wie groß ihre Bedeutung ist, obwohl sie in großer Zahl zu finden sind. Deutlich vergrößerte runde Zellen sind mehr oder weniger degeneriert oder unreif und sicher von Wichtigkeit, wenn sie auch selten auftreten. Die großen Zellen neigen zur Bildung von Doppelformen, besonders, wenn sie mit Radium bestrahlt werden. Ausgesprochen schmale, kleine und runde Zellen mit spitz auslaufender Basis lassen auf eine geringe Befruchtungsmöglichkeit schließen, da das Kernmaterial sehr reduziert und dadurch der Wert der Zelle herabgesetzt ist. Bei ihnen bricht häufig das Mittelstück zwischen den beiden Endknöpfchen ab; hierdurch wird

die Möglichkeit einer Befruchtung gering. Bei färberischen Abnormitäten vermutet Moench eine Veränderung der Nuclearsubstanz der Zelle. Bei cytoplasmatischen Spermien handelt es sich um unausgereifte Formen.

Moench hat bewegliche Köpfe ohne Mittelstücken und Schwänze beobachtet, läßt aber die Möglichkeit, ob es sich hier um Artefacte handelt, offen; er beschreibt auch Formen, bei denen Kopf und Schwanz nur durch aufgefaserte Struktur verbunden sind. — Stiasny nennt diesen Zustand „unsichtbare Plasmabrücke". — Moench unterscheidet drei Arten von verdickten Mittelstücken: Form 1 zeigt nur eine Verjüngung der Kopfbasis, Form 2 eine Anschwellung des Mittelstücks in seiner Hülle (diese Form hat keine große Bedeutung) und Form 3 eine Verdickung durch protoplasmatische Ausstoßung aus der Kopfbasis (Pseudoschwellung). Sie ist an ihren rauheren Umrissen erkennbar. Die erste Art liegt am hinteren Endknopf, manchmal auch noch in der Mitte des Mittelstücks, die zweite am Vorderteil und ist oft fest mit dem Körper verbunden. Gleichmäßig geformte verdickte und verdoppelte Mittelstücken sind Aberrationen der Endspaltung und treten oft gemeinsam mit dicken Köpfen oder auch Doppelköpfen und mehreren Schwänzen auf. Es handelt sich hier um Störungen in der letzten Phase der Spermiogenese. Sie haben trotz ihrer Seltenheit (1 — 2%) praktische Bedeutung. In der Längsachse gekrümmte oder verbogene Mittelstükken sind die Anzeichen einer beginnenden Degeneration.

Die Veränderungen des Schwanzes sind relativ selten und haben auch keine große Bedeutung. Phantomformen und aplastische Zellen sind zwar völlig abnorm, wegen ihrer Seltenheit aber unwichtig; geringelte Schwänze sind das Produkt einer Spätveränderung in der Spermiogenese.

Im normalen Sperma darf die Zahl der abnormen Samenköpfe 19 — 20% nicht überschreiten. Im Ejakulat müssen bei durchschnittlicher Fruchtbarkeit 25—50 Spermien im Gesichtsfeld sein, bei einem Okular Nr. 2 und einem Objektiv Nr. 6. 25% veränderter Spermienköpfe bedingen Sterilität.

Die Untersuchungen von Williams und Savage am Bullensperma ergaben ähnliche Feststellungen wie die von Moench. Sie maßen die Länge der Spermienköpfe, um einen eventuellen Dimorphismus festzustellen, wie ihn Wodselack (bei Schweinen, Pferden und Rindern), Zeleny und Faust (bei Hunden, Stieren und Widdern) und Parker (bei Menschen, Mäusen, Ratten und

Katzen) gesehen haben wollen. Williams und Savage haben nie einen Dimorphismus beobachten können.

Auch sie halten die Kopfveränderungen für die wichtigsten reproduzierbaren Veränderungen der Keimzellen, die zugleich ein gutes Maß für den Befruchtungswert darstellen. Die gen. Verf. unterscheiden zunächst zwei Hauptgruppen: Zellen, die sich nur durch anormale Färbbarkeit als verändert erkennen lassen, und Zellen, die an ihrer äußeren Form als abnorm zu differenzieren sind. Unter den färberischen Abnormitäten beschreiben sie als extreme die Phantomzellen, die gar keine Farbe annehmen und immer ohne Schwanz auftreten, — sie entstehen durch Veränderung oder Verlust der Kernsubstanz — und solid gefärbte Zellen verschiedenster Art. Diese zeigen oft zugleich Formveränderungen (zu große oder zu kleine Köpfe). Auch eine umgekehrte Färbung des Kopfes wurde beobachtet, bei der die Basis heller ist, als der übrige Kopf.

Den Riesenspermatozoen messen Williams und Savage wegen ihrer Seltenheit nur geringe Bedeutung bei, während auch sie die Zwergspermien, besonders die mit verjüngtem Basalteil in Bezug auf die Fertilität für sehr verhängnisvoll halten.

Sie haben beobachtet, daß Mittelstücksveränderungen beim Stier seltener sind als beim Menschen. Fehlende Mittelstücken, meist kombiniert mit scheibenförmigen und schlechten Köpfen, lassen auf eine gestörte Spermiogenese schließen. Die fadenförmigen Mittelstücken sind anscheinend auf das Fehlen von Protoplasmahülle und Spiralfaden zurückzuführen, oft kombiniert mit verdicktem Endknopf oder Schlußscheibe.

Die gen. Verf. beschreiben folgende Schwanzveränderungen: Fehlen des Schwanzes (ist nur von Bedeutung, wenn mehr einzelne Köpfe als Schwänze im Präparat sind; sonst handelt es sich um Artefacte), Doppelschwänze und aufgerollte Schwänze, die aber nur zum Teil auf gestörte Spermiogenese zurückzuführen sind; in den meisten Fällen handelt es sich um Artefacte.

Beim normal fertilen Stier dürfen höchstens 17,5% morphologisch veränderte Spermien im Ejakulat sein.

Lagerloeff teilt nach seinen Untersuchungen die geschlechtlich minderwertigen Stiere in vier Gruppen ein:

Gruppe 1 Jungtiere mit hypoplastischen Testikeln.
„ 2 Jungstiere mit minderwertigen Testikeln, die hier und da zeugen können.

Gruppe 3 Ausgewachsene Stiere, die nach vorher guter Zuchtarbeit plötzlich steril wurden.

„ 4 Aeltere Stiere, bei denen die Fruchtbarkeit langsam erlischt.

Bei den Gruppen 1—3 lag im allgemeinen eine Oligospermie vor, bei der Gruppe 4 dagegen war die Zahl der Spermien normal. Der gen. Verf. konnte hier aber degenerative Vorgänge am Samenepithel und abnorme Spermien feststellen. Er fand bei älteren Tieren, die erfolgreich gewesen waren, in 34 Fällen 117‰ atypische Spermien und bei Jungstieren, die gerade ihren Dienst begannen, die gleiche Anzahl. Sie stieg bei gesunden Tieren nie über 180‰.

Die Gruppe 1 konnte bei Auszählungen überhaupt nicht berücksichtigt werden, da zu wenig Spermien im Ejakulat vorhanden waren. Bei der Gruppe 2 wurden, abgesehen von den unausgereiften Formen, 33% pathologische Spermien gezählt, bei der Gruppe 3 39% und bei der vierten Gruppe 34,6%.

Der gen. Verfasser hat bei geschlechtsschwachen Stieren viele Spermien mit einer Pseudoschwellung (s. o.) des Mittelstücks im Ejakulat gefunden. Es ist hier offenbar nicht zum Reifungsprozeß im Nebenhoden gekommen. Entweder hat der Stier zu viel Deckakte hintereinander ausgeführt, oder es handelt sich um eine beginnende, beziehungsweise abklingende Störung der Hoden- und Nebenhodenfunktion.

Die normale Spermienzahl ist beim Stier 300 000 — 1 300 000 pro cm^3 Ejakulat. Das Auftreten einer Oligospermie hat in der Hauptsache seinen Grund in generativen Vorgängen innerhalb der Testikel; eine große Rolle spielt aber auch die geschlechtliche Anstrengung beim Deckakt.

Stiasny hat morphologische Untersuchungen an den Spermien von erbkranken Männern, Herbivoren und Carnivoren vorgenommen, um eventuelle Beziehungen zwischen Erbkrankheit und Fertilität festzustellen. Die Spermatozoen wurden nicht im Ejakulat untersucht, sondern das Sperma wurde den einzelnen Abschnitten der ableitenden Samenwege entnommen. Bei den Herbivoren ermittelte er einen Gesamtdurchschnitt 4,8% atypischer Spermatozoenformen. Dieser verteilt sich folgendermaßen auf die einzelnen Abschnitte der ableitenden Samenwege: 5,3% für die Ampulle und 5,2% für den Ductus deferens sind ziemlich gleich, während der Nebenhoden mit 4,1% einen niedrigeren Anteil aufweist. Das scheint

dafür zu sprechen, daß sich ein Teil der Abnormitäten erst nach Verlassen des Nebenhodens ausbildet.

Die Veränderungen wurden in einer Tabelle nach Kopf-, Mittelstücks- und Schwanzveränderungen eingeteilt. Es stellt sich hierbei heraus, daß die Kopfveränderungen mit durchschnittlich 2,9% die Spitze halten (2,7% Nebenhoden, 3,1% Duct. def., 3% Ampulle).

Mittelstücksveränderungen machen, auf alle Abschnitte verteilt, 1,2%; sie sind mit 0,9% im Nebenhoden am geringsten gegenüber 1,4% im Duct. def. und 1,2% in der Ampulle.

Die Schwanzveränderungen stellen mit 0,7% den kleinsten Anteil für alle Abschnitte (0,9% in der Ampulle, 0,7% im Duct. def. 0,5% im Nebenhoden).

Die Gruppe der Unausgereiften weist nur hohe Prozentzahlen für den Nebenhoden auf, wo diese Formen physiologischer Weise vorkommen, und zwar in durchschnittlich 67,8%. Hier schwanken die Werte von 56 bis 82%. Der Ductus deferens wies solche unausgereiften Formen in 7,6% und die Ampulle in 2% auf.

Bei den Untersuchungen an Carnivoren ergaben sich ähnliche Resultate.

Um für die Ergebnisse bei erbkranken Männern bessere Vergleichsmöglichkeiten zu haben, stellte Stiasny auch noch Untersuchungen an den Spermien normaler fertiler Männer an. Die Zahl der normalen Spermatozoen beträgt hier 80—85%. Dies stimmt im großen Ganzen mit den Ergebnissen von Moench überein. Die häufigsten Veränderungen sind runde, riesengroße und verjüngte Köpfe. Difformitäten wurden nicht beobachtet. Mittelstücksveränderungen sind bei fertilen Männern selten. Auch Schwanzveränderungen wurden nur selten beobachtet.

Bei seinen Untersuchungen an den Spermien erbkranker Männer kam Stiasny zu folgenden Ergebnissen:

Die Zahl der pathologischen Spermatozoenformen ist am größten beim chronischen Alkoholismus, nämlich 75%. Die hohe Zahl atypischer Spermienformen ist ein Ausdruck der gestörten Spermiogenese. Trotzdem ist beim chronischen Alkoholismus die Fertilität nur unbedeutend vermindert; wahrscheinlich schafft hier die gesteigerte Libido, was die Fertilität angeht, einen Ausgleich für die gestörte Spermiogenese.

Hiermit stellt sich Stiasny in Gegensatz zu Moench, der der Ansicht ist, daß eine absolute Sterilität vorliegt, sobald die Zahl der normalen Spermatozoen unterhalb einer bestimmten Grenze liegt.

Seine morphologischen Untersuchungen bei den Erbkrankheiten, insbesondere bei „angeborenem“ Schwachsinn und Schizophrenie stimmen mit denen Moenchs darin überein, daß mit der Verminderung der Zahl der normalen Spermien der Grad der Fertilität bei dem betreffenden Individuum abnimmt. Bei der erblichen Blindheit, der erblichen Taubheit und dem angeborenen Schwachsinn ist die Zahl der morphologisch veränderten Spermien am größten. Bei der Epilepsie, der Schizophrenie und höchstwahrscheinlich auch bei den erblichen Mißbildungen steigt die Durchschnittszahl der normalen Spermatozoen bedeutend an. Der gen. Verf. hat gerade bei diesen sehr viele Fälle gefunden, wo die Zahl der normalen Spermien nicht vermindert ist. Auch läßt sich bei diesen Patienten auf Grund der Anamnese keine Herabsetzung der Fertilität nachweisen.

C. Lebensdauer und Beweglichkeit der Spermien bei Mensch und Tieren.

Es sind in der Literatur ziemlich viele Fälle bekannt, wo die nach erfolgter Kastration oder Vasoresektion in den ableitenden Samenwegen zurückbleibenden Spermatozoen noch längere Zeit beweglich und lebensfähig waren. Jaeger hat bei einem Erhängten noch 24 Stunden nach dem Tode bewegliche Spermien in der Harnröhre gefunden. Straßmann beobachtete in im Tode entleertem Sperma noch 2—3 Tage lang bewegliche Spermien. Simmonds fand bei der Sektion eines 73jährigen Greises noch 14 Tage nach beiderseitiger Kastration lebende Spermien. E. Fraenkel und Oehlecker haben bei einem jungen Manne nach Selbstkastration, die er im Erregungszustande ausführte, noch viele Monate Spermien in den Samenblasen festgestellt. Schmalfuß und Fahr sahen Aehnliches unter gleichen Bedingungen ein Jahr nach erfolgtem Hodenverlust. Eunuchen sollen auch noch längere Zeit bewegliche Spermien im Ejakulat haben, und es sollen sogar Befruchtungen durch kastrierte Individuen vorgekommen sein. Nach Vasektomie fand A. E. Belt bis 28 Tage Spermien im Ejakulat Vasektomierter, nach 28 Tagen nicht mehr. Bei Männern, die 28 Tage nicht ejakuliert hatten, wurden noch einige lebende, schwach bewegliche Spermien neben zahlreichen abgestorbenen im Ejakulat gesehen.

Ob nun die nach erfolgter Kastration oder Vasoresektion in den ableitenden Samenwegen zurückbleibenden Spermatozoen, die zwar

beweglich und lebensfähig sind, auch noch befruchtungsfähig sind, ist sehr fraglich. Seit Inkrafttreten des Gesetzes zur Verhütung erbkranken Nachwuchses am 1. 1. 1934 sind über zwei Jahre vergangen, in denen schätzungsweise 10 bis 15 000 Sterilisierungen vorgenommen wurden. Nun ist Stiasny der Ansicht, daß, da das Abtöten der Spermien, die nach erfolgter Sterilisierung in den ableitenden Samenwegen verbleiben, nicht obligatorisch ist, und nur in einigen Krankenhäusern durchgeführt wird, bis jetzt schon mehr Fälle bekannt geworden sein müßten, wo nach erfolgter Sterilisierung eine Befruchtung eingetreten wäre. Sollte aber wirklich noch nach erfolgter Sterilisierung eine Befruchtung vorkommen, so müßte zunächst die Möglichkeit einer Wiedervereinigung der Ductus deferentes mit nachfolgender Rekanalisation ausgeschlossen werden. Auf jeden Fall ist die Befruchtungsfähigkeit der in den Samenwegen nach Sterilisierung verbleibenden Samenfäden, wenn sie auch noch so beweglich sind, herabgesetzt.

Bei verschiedenen Versuchstieren fand Marsazza experimentell bis zum neunten Tage nach der Operation befruchtungsfähige Spermien innerhalb der Samenblasen. Meist hatten sie ihre Vitalität eingebüßt, indem der Kopf durch die Kontinuitätstrennung vom Schwanz isoliert wurde.

Gohrbandt berichtet, daß ein Kaninchen noch 3½ Monate nach Vasoresektion einen erfolgreichen Deckakt vollzog.

Obolonsky fand bei einem kastrierten Hund noch nach 31 Tagen befruchtungsfähige Spermien. Missurca stellte Aehnliches beim Meerschweinchen fest. Sturgi beobachtete, daß im Tierexperiment männliche Tiere noch sieben Tage nach doppelseitiger Kastration befruchten können.

Es sind Experimente über Spermaverdünnung mit den verschiedensten Verdünnungsmitteln angestellt worden. Moench beobachtete, daß die menschlichen Spermien in einer 2 — 5% = Glykoselösung und im Blutserum noch länger leben, als im Ejakulat. In einer Verdünnung des Spermas mit gleichen Teilen einer 5% = Glykoselösung blieben die Spermien über 54 Stunden am Leben. Guggenberger berichtet, daß die Samenfäden bei Zimmertemperatur und in verdünnter Kochsalzlösung am längsten lebensfähig sind. Er hat eine Lebensdauer von 10 — 14 Tagen beobachtet. Stiasny hat bei Erbkranken Spermien untersucht, die nicht aus dem Ejakulat stammen und durch die Sekrete der Prostata und der anderen accessorischen Drüsen schon geschützt sind. Daher können seine Unter-

suchungsergebnisse bei der Prüfung der Lebensdauer auch nur unter Berücksichtigung dessen mit den Resultaten anderer Autoren verglichen werden. Er benutzte als Verdünnungs- und Durchspülungsmittel 2—5% = Glykoselösung oder physiologische Kochsalzlösung. Die Spermien werden bei Eisschranktemperatur am besten erhalten. Die die Spermatozoen enthaltende Spülflüssigkeit wurde sofort zentrifugiert und die Untersuchung an den Sedimenten vorgenommen. Waren in diesen bei der ersten Untersuchung ca. 90% der Spermien beweglich, so beobachtete er am zweiten Tage nur noch 60%, am dritten nur noch 40% und am vierten eventuell noch 10% bewegliche Spermatozoen. Ueber den vierten Tag hinaus konnte er in keinem Falle mehr eine Beweglichkeit feststellen.

Granzow hat sehr umfangreiche Untersuchungen über Lebensdauer und Beweglichkeit der Meerschweinchenspermien angestellt. Er benutzte hierzu Sperma aus dem Nebenhodenschweif, dessen Substanz er so zerkleinerte, daß sie mit dem Inhalt einen weißlich-grauen Brei bildete. Dieser wurde mit 10 cm^3 Ringerlösung versetzt und langsam und vorsichtig hierin aufgeschwemmt. Die zerkleinerte Nebenhodensubstanz setzte sich ab. Das Sperma wurde sofort in Nativpräparaten auf Beweglichkeit, Dichte u.s.w. geprüft. Die Röhrchen wurden bei Tageslicht und Zimmertemperatur aufbewahrt.

Zwischen der nur spermatozoenhaltigen Oberschicht und den mit Nebenhodensubstanz in Berührung befindlichen Spermien zeigen sich sehr bedeutende Unterschiede: Die mittlere Ueberlebensdauer der Spermien ist in Gegenwart der Nebenhodensubstanz sehr viel länger. In Bezug auf die primäre Beweglichkeit ist in den meisten Fällen kein Unterschied zwischen beiden Aufschwemmungen feststellbar.

0,1% Tutocain in Ringerlösung bringt verlorene Spontanbewegung der Spermien prompt und für ausreichend lange Zeit wieder hervor. Mit Ringer-Tutocain konnte bei der Aufschwemmung ohne Nebenhodensubstanz noch 2^{56}h, mit Nebenhodensubstanz noch 5^{22}h nach Aufhören der Spontanbewegung eine Wiederkehr erzielt werden. Mischung lebender Spermien mit spontan abgestorbenen Spermien fremder Abkunft führte zu Bewegungsstillstand nach 0^{20}—2^{40}h. Granzow konnte in 9 von 38 Fällen Bewegung von Spermien im Hoden nachweisen. Auch andere Organsubstanzen üben eine ähnliche, wenn auch schwächere, Wirkung auf die Nebenhodenspermien

aus als die Nebenhodensubstanz. So untersuchte Granzow die Wirkung von Milz, Pankreas, Nebenniere, Thyreoidea, Pectoralmuskel, Leber, Niere, Herzmuskel und Hodensubstanz.

Es gibt ein Minimum, das an Verdünnung erreicht sein muß, wenn die volle Normalbeweglichkeit erreicht sein soll. Das Andauern der spontanen Spermienbewegung ist umgekehrt proportional dem Grade der isotonen Verdünnung der von der Nebenhodensubstanz getrennten Spermasuspension. Zugleich mit der Einstellung der spontanen Eigenbewegung erlischt bei den höheren Graden der Verdünnung auch die Wiederbelebbarkeit der Spermien mit Tutocain. Es ist anzunehmen, daß der schädliche Einfluß der Verdünnung auf die Konzentrationsverminderung der aus der zerkleinerten Nebenhodensubstanz stammenden und in der Stammsuspension konzentriert enthaltenen Extraktivstoffe zurückzuführen ist. Eine anatomisch nachweisbare Strukturveränderung der Spermien als Ursache ihrer Verdünnungslähmung war nicht festzustellen.

Auch eine traumatische Schädigung (die sog. traumatische Schüttellähmung) der Spermien hat Granzow festgestellt. Durch kräftiges Schütteln im Reagenzglas kann man in kurzer Zeit die Eigenbewegung der aus dem Nebenhodenschwanz stammenden Meerschweinchenspermien zum Stillstand bringen. Die Resistenz der Spermien verschiedener Individuen ist von Fall zu Fall sehr unterschiedlich. Spermien mit Nebenhodensubstanz sind gegen Schütteln resistenter. Ihre Anwesenheit begünstigt eine spontane Erholung der Spermien, die ohne sie nicht eintritt. Die Schüttellähmung ist durch Tutocain nicht zu beheben, die latente Vitalität wird also auch geschädigt. Das Auftreten der Schüttellähmung braucht keine sichtbaren Strukturveränderungen in den Spermien zur Folge zu haben.

Granzow hat schließlich Reizstudien an temporär immobilisierten Spermien gemacht. Das Tutocain steigert die reguläre Normalbewegung der Spermien schlagartig ins Ungemessene. Es steigert aber auch sehr häufig die bereits stark abgesunkene Spermabewegung momentan auf ein Maximum. Selbst wenn die Spermien vollkommen unbeweglich und scheinbar abgestorben sind, kann Tutocain sofort eine starke Bewegung hervorrufen. Das ist oft noch viele Stunden und sogar tagelang nach der völligen Einstellung der Spontanbewegung der Fall. Schließlich zeigt Tutocain bei künstlich hervorgerufenen Bewegungshemmungen verschiedener Art seine sichere und prompte Wirkung als maximales Excitans der Spermabewegung.

Das Optimum für Bewegungssteigerung liegt bei einem Tutocaingehalt von 0,1% in der zugesetzten Ringer-Tutocainlösung. Bei 0,1% = Ringer-Tutocain tritt häufig nur Steigerung der Intensität, keine qualitative Aenderung ein.

Versuche mit Pantocain haben eine dem Tutocain sehr nahe stehende Reizwirkung ergeben. Das Optimum liegt ebenfalls bei 0,1% = Verdünnung.

Untersuchungen über die Ueberlebensdauer der Meerschweinchenspermien im arteigenen Blutserum hatten folgende Ergebnisse:

1.	männl. vasektomierte Tiere	3^{12} Std.
2.	weibl. Kastraten	3^{45} „
3.	männl. Kastraten	5^{36} „
4.	männl. Spermaspender, normal	7^{12} „
5.	männl. fremder Bock	7^{12} „
6.	weibl. gravide	9^{06} „
7.	weibl. nichtgravide, normal	12^{42} „
8.	weibl. 1. Tag des Puerperiums	15^{22} „

Mit menschlichen Spermien hatte Granzow teilweise andere Ergebnisse als mit Meerschweinchenspermatozoen. Sie zeigen im weiblichen Blutserum keine Schwankungen während der drei Hauptphasen der weiblichen Fortpflanzungsarbeit. Die Wirkung von Tutocain ist bei menschlichen Spermien weniger konstant. Gegen Verdünnung sind sie resistenter als die Meerschweinchenspermien, und gegen traumatische Schüttellähmung überhaupt resistent.

Während die Untersuchungen der verschiedenen Autoren über das beste Medium für die Spermatozoen wenigstens in den wichtigsten Punkten wesentliche Uebereinstimmungen zeigen, weichen die Angaben über das Temperaturoptimum zur Erhaltung der Lebensfähigkeit sehr weit voneinander ab. Pawlow gibt als untere Grenze an, daß die menschlichen Spermien Gefrieren bis zu 10 Stunden vertragen; auch Kryskowski kommt zu einem ähnlichen Ergebnis, während nach Roemmle die Spermatozoen des Stieres eine Temperatur von 3—4° nur kurze Zeit vertragen. Dagegen gibt Belonoschkin wieder das Temperaturoptimum für Bullen und Meerschweinchenspermien mit 2—3° an. Mantegazza und Engelmann haben noch nach einer Abkühlung auf —15° eine Wiederbelebung festgestellt. Die obere für die Bewegungsfähigkeit erträgliche Grenze geben sie mit 45—47° an. Stigler erwähnt, daß die Wärmelähmung bei 44,5° nach

einer Stunde nicht mehr reversibel war. Zweimaliges Erhitzen senkte den Schwellenwert auf 7 Minuten. Durch tagelanges Fieber von 40° könnte wohl Wärmestarre eintreten. Das Temperaturoptimum gibt Iwanoff mit 1—2°, Roemmle bei Stieren mit 4—9°, Mettemleiter und Walton mit 10° und Knaus mit 10—15° an. Moench hat für menschliche Spermien das Optimum bei Körpertemperatur gefunden.

Stiasny hat mehrere Kryptorchenhoden von Menschen und Tieren untersucht. Er fand bei zwei Leistenhoden von Menschen keine Spermien im Hoden. Die Spermiogenese war vollständig gestört. Im histologischen Präparat fand er nur Spermiogonien. Bei zwei Ebern mit verkümmerten Hoden im Abdomen machte er die gleiche Beobachtung. Bei einem Bullen mit einem stark atrophischen Bauchhoden fand er im Nebenhoden einige unbewegliche deformierte und morphologisch stark veränderte Spermien.

Außerdem hat Stiasny experimentelle Untersuchungen über Lebensdauer und Temperatureinfluß an Spermien von gesunden Bullen ausgeführt. Der Inhalt beider Samenleiterampullen wurde steril entnommen und in sterile Reagenzröhrchen gebracht. Röhrchen I wurde in einen Kühlschrank von 7—8° gebracht und täglich auf etwa vorhandene Spontanbewegungen der Spermien und auf latente Beweglichkeit durch Verdünnung mit 0,1% = Ringer-Tutocain geprüft. Aus diesem Röhrchen I wurde täglich eine kleine Menge auf Röhrchen II und III verteilt und 1: 10 mit Ringerlösung verdünnt. Röhrchen II wurde bei 17—18° aufbewahrt und Röhrchen III bei 37°.

Diese beiden Proben wurden täglich auf Bewegungsdauer untersucht. Sie mußten stündlich kontrolliert werden. Es gelang bei einer Temperatur von 7—8° nur in 46 % der Fälle, die Ampullenspermatozoen unverdünnt vier Tage lang am Leben zu erhalten. In weiteren zwei Fällen blieben die Spermien fünf Tage und in einem Fall sechs Tage am Leben; die restlichen Fälle lebten nur einen Tag. Die durchschnittliche Bewegungsdauer des 1: 10 mit Ringerlösung verdünnten Spermas bei Zimmertemperatur beträgt am ersten Tage 23 Std. Am 4. Tage war nur noch eine durchschnittliche Bewegungsdauer von 8 Std. und am 6. Tage nur eine solche von 0,8 Std. vorhanden. Die bei 37° aufbewahrten Verdünnungen zeigten eine 3—4-mal kürzere Lebensdauer. Am ersten Tage dauerte die Bewegung durchschnittlich 7 Std., am 4. Tage 2 Std. und am 6. Tage nur noch einige Minuten.

Von Moore wurden Experimente über die thermoregulatorische Funktion des Hodensackes beim Meerschweinchen angestellt. Er entfernte Hoden, Nebenhodenkopf und -körper und beließ bei einem Teil den Nebenhodenschwanz im Skrotum, im anderen Falle pflanzte er den Nebenhoden in die freie Bauchhöhle ein. Es fanden sich die Nebenhodenschwanzspermien 65 Tage lang beweglich, während die mit dem Nebenhoden in die Bauchhöhle verlagerten Spermien nur 14 Tage lang Bewegungen zeigten. Van Oordt und v. d. Heyde fanden den Grad der Hodendegeneration bei Kaninchen und Meerschweinchen proportional der Zeit, die die Hoden im Abdomen zugebracht hatten. Young ließ über Meerschweinchenhoden Wasser von 46—47° fließen und fand unmittelbar bis zu 12 Stunden danach degenerative Veränderungen am Hodenepithel. Verschont blieben lediglich Spermatogonien, Leydig- und Sertolizellen. Zuerst veränderten sich Spermatozyten 1. und 2. Ordnung, dann jüngere und ältere Spermiden, und endlich Spermatozoen und frühe Stadien der primären Spermatozyten. Die Nebenhodenspermien erwiesen sich der Heißwasserapplication gegenüber als sehr widerstandsfähig. Sie blieben angeblich befruchtungsfähig. Die Regeneration des Hodens dauerte 6 Monate.

Nach Roemmle sind Temperaturen unter Körpertemperatur zwar für die Lebensdauer, nicht für die Beweglichkeit günstig.

Zusammenfassend kommt man zu dem Ergebnis, daß Kälte für die Erhaltung der Lebensdauer günstiger ist als Wärme. Die Angaben über das Optimum schwanken zwischen 1 und 15°.

Die Spermien der Säugetiere bewegen sich normaler Weise in gerader Richtung. Der Schwanz macht dabei peitschenartige Bewegungen, die durch seitliche Kontraktionen hervorgerufen werden. Dabei rotiert die Zelle um ihre Längsachse. Die Rotation erfolgt immer im gleichen Sinne und ist durch die Kopfform bedingt. Nach Moench findet hierbei keine Expansion oder Kontraktion des Kopfes statt, sie wird nur durch die Drehung um die Längsachse vorgetäuscht.

Das kinetische Zentrum der Spermien sitzt meist im Verbindungsstück. Der Kopf wird nur passiv bewegt. Die Schwanzbewegungen werden durch Impulse des Mittelstücks aktiviert.

Popa hält eine Aenderung der kolloidalen Phasen der umgebenden Lipoidhülle für das primum movens der Bewegungsreaktion.

Nach Cohn wohnt den Spermien nur ein bestimmtes Maß an Energie inne, so daß die Bewegungsfähigkeit der Spermien nach

kurzer Zeit verlöschen muß. Dagegen ist Granzow der Ansicht, daß die Spermien aus dem sie umgebenden Medium unter bestimmten Bedingungen die verbrauchte Bewegungsenergie ergänzen können.

Stiasny prüfte die Beweglichkeit der Bullenspermatozoen in den einzelnen Abschnitten und kam zu folgenden Ergebnissen: In den Ampullen waren die Spermien zu 100% spontan beweglich. Im Vas deferens waren in 80% der Fälle spontan bewegliche Spermien. Die übrigen 20% wurden nach Zugabe von Ringer-Tutocain restlos beweglich. Die Nebenhodenspermien erwiesen sich zu 80% als unbeweglich. Die Bewegung trat nach Zutritt von O_2 allerdings ein. Bei Zusatz von Ringerlösung trat lebhafte Bewegung fast aller Zellen ein und nach weiterem Zusatz von 0,1% Tutocain wurde alles restlos beweglich. Bei den Hodenpräparaten zeigte sich nur in zwei Fällen Spontanbewegung einiger weniger Spermatozoen. Auch Zusatz von Ringer und Tutocain konnte an diesem Befund nichts ändern.

Die Untersuchungen von Williams und Savage, Moench, Mason, Kummerbach und Sack haben ergeben, daß die mikroskopisch wahrnehmbare Beweglichkeit der Spermien nicht allein als Maßstab für das Befruchtungsvermögen gelten kann, obwohl bei Tieren mit innerer Befruchtung die Beweglichkeit der Spermien eine notwendige Vorbedingung für den Befruchtungserfolg ist.

II. Spezieller Teil.

(Eigene Untersuchungen.)

A. Gewinnung der Spermien.

Zu den morphologischen Untersuchungen an Meerschweinchenspermien wurden nur mindestens acht Wochen alte Tiere benutzt. Ihr Gewicht betrug 400—600 g. (Nach Oppenheimer und Pincussen ist das Meerschweinchen im Alter von sechs Wochen fortpflanzungsfähig und hat dann ein Gewicht von 260 g.) Die Hoden lagen bei allen Tieren in der Bauchhöhle, die sich also außerhalb der Brunstzeit befanden. Trotzdem wurden mit einer Ausnahme jedesmal reichlich bewegliche Spermien gefunden.

Dem mit Aether oder Leuchtgas getöteten Meerschweinchen wurden die Hoden mit den ableitenden Samenwegen, einschließlich der Samenblasen und des Teiles der Urethra, in den die Ductus ejaculatorii einmünden, exstirpiert. Durch Ampulle, Ductus deferens und Nebenhoden wurde auf beiden Seiten je ein Schnitt gelegt und das darin enthaltene Sperma auf einen Objektträger herausgepreßt; von jedem Abschnitt der ableitenden Samenwege wurden also zwei Ausstriche hergestellt. Von den Hoden wurden Abklatschpräparate angefertigt, um gegebenenfalls Vergleichsmöglichkeiten zu haben, obwohl sie nicht zu den ableitenden Samenwegen gerechnet werden können.

Das so erhaltene Sperma wurde mit physiologischer Kochsalzlösung verdünnt, da eine mikroskopische Betrachtung des konzentrierten Spermas wegen seiner zu großen Dichte unmöglich war, und zunächst als Nativpräparat auf Beweglichkeit der Spermien geprüft.

B. Färbetechnik.

Nach Verdünnung mit physiologischer Kochsalzlösung wurde das Sperma, wie bereits erwähnt, ausgestrichen. Der lufttrockene Ausstrich wurde zur Fixierung dreimal sekundenlang durch die Flamme gezogen und folgendermaßen gefärbt:

Haemalaun 12 Min.
Abspülen mit Wasser
50% = Alkoholeosin-Lösung 6 Min.
50% = Alkohol
70% = Alkohol
90% = Alkohol
Alkohol absolutus
Xylol
Einbetten in Kanadabalsam.

Der Kopf färbt sich hellviolett, an seiner Basis etwas dunkler; in derselben Farbe, jedoch in hellerer Tönung erscheint die Kopfkappe. Mittelstück und Schwanz werden rot.

Eine Befreiung des Spermas vom Schleim erübrigt sich, da dieser sich nicht färbt. Die Schärfe der Konturen wird durch die Nichtentschleimung in keiner Weise beeinträchtigt.

Trotz ihrer Einfachheit läßt diese Methode eine genaue Differenzierung der Spermien zu. Eine ähnliche Färbung hat sich auch bei den Untersuchungen an Carnivoren, Herbivoren und Menschen bewährt.

C. Vorkommen und Beweglichkeit der Spermien in den einzelnen Abschnitten der ableitenden Samenwege.

Im Nativpräparat findet man die Spermien meist zu mehreren miteinander verklebt; sie liegen mit den Köpfen dachziegelartig zusammen und bewegen sich in dieser Vereinigung lebhaft vorwärts. Granzow beschreibt diesen Zustand als eine „Art von Agglutination der Spermien, die alsdann in kleinen Klumpen mit den Köpfen aneinander hängen, bei alten, lange Zeit abgestandenen Suspensionen. Auch in derartigen schwer veränderten und scheinbar längst abgestorbenen Suspensionen . . .". Daß die von mir beobachteten Spermien sich in lebhafter Bewegung befanden, spricht schon dafür, daß sie nicht abgestorben waren; morphologische Veränderungen ließen sich an ihnen nie feststellen. Auch E. Korschelt beschreibt diesen Zustand und hält ihn für physiologisch: „Die Spermien der Meerschweinchen zeigen eine besondere Breite und Dünnheit der Köpfe. Dadurch entsteht eine festere Zusammenlegung der Köpfe zu zweien und mehreren an sich in solcher Vereinigung lebhaft vor-

wärts beweglicher Spermien. Da hier aber besondere, der Kopulation dienende Organe fehlen, wird der Zusammenhalt an diesen wohl nur durch die Adhäsion und Klebrigkeit der Köpfe bewirkt."

Wie oben bereits erwähnt wurde, können die Samenblasen aus anatomischen Gründen keine Spermien enthalten, da sie mit dem Samenleiter nicht in Verbindung stehen, sondern getrennt von ihm in den sinus urogenitalis einmünden.

In den Ampullen wurde mit einer Ausnahme immer reichlich dickes weißes Sekret gefunden. Von den im Nativpräparat beobachteten Spermien sind in fast allen Fällen 100% beweglich (im Durchschnitt 93%).

Im Ductus deferens war im allgemeinen, wenn auch im Durchschnitt weniger als in der Ampulle, immer noch reichlich Sekret vorhanden. Die Zahl der beweglichen Samenfäden nimmt aber hier bereits deutlich ab. Durchschnittlich wurden hier 68% bewegliche Spermien gesehen.

Auch aus dem Nebenhoden wurde reichlich weises Sekret entleert, in dem aber weniger Spermien enthalten waren, als in den unteren Teilen der ableitenden Samenwege. Die Beweglichkeit der Spermien nimmt nach dem Hoden zu immer mehr ab. Im Nebenhoden wurden nur noch 60% der Samenfäden beweglich beobachtet.

In den Hodenabklatschpräparaten wurden überhaupt nur bei sechs Tieren Spermatozoen gefunden, von denen in vier Fällen vereinzelte beweglich waren.

Zusammenfassend läßt sich sagen:

Das Sekret in den ableitenden Samenwegen wird mit ihrem Verlauf in peripherer Richtung immer konzentrierter, das heißt sein Gehalt an Samenfäden stärker.

Von diesen überhaupt in den einzelnen Abschnitten der Samenwege gefundenen Spermatozoen nimmt nun die Zahl der beweglichen Spermien ebenfalls in der Richtung vom Hoden zur Ampulle zu. Dies geht aus der folgenden Zusammenstellung deutlich hervor.

Von hundert Spermien sind beweglich

im Hoden	—
im Nebenhoden	60
im Ductus deferens	68
in der Ampulle	93

Bei einem Tier wurden überhaupt keine Spermien gefunden (Meerschweinchen Nr. VI). Es zeigte eine anatomisch vollständig veränderte Lage und eine deutliche Atrophie der Hoden. Beide Hoden lagen auf der rechten Seite, und zwar der linke unter dem rechten in einer sackartigen Erweiterung des Peritoneums. Der linke Ductus deferens führte quer über die Blase nach rechts. Beide Hoden zeigten nur etwa ein Viertel der normalen Größe. Ob es sich um einen Kryptorchismus handelte, war nicht zu entscheiden, da sich beide Hoden in der Bauchhöhle befanden, wie es beim Meerschweinchen außerhalb der Brunstzeit immer der Fall ist. (Vergleiche oben.)

D. Morphologische Untersuchungen.

1. Klassifikation und Nomenklatur der Spermien.

Die gefundenen Formen der Spermatozoen von Meerschweinchen lassen sich morphologisch nach Gruppen ordnen. Schon bei Durchsicht einiger Präparate kann man feststellen, daß sich gewisse morphologisch charakteristische Formen bei jedem Untersuchungstier wiederholen. Es wurde daher nach Aufzeichnung aller aufgefundenen Formen zunächst eine Verteilung nach Veränderung des Kopfes, des Mittelstücks und des Schwanzes vorgenommen.

Eine Unterteilung nach feineren Unterschieden (z. B. birnförmige Köpfe, verschmälerte Köpfe, abaxiale Mittelstücken, verdickte Mittelstücken u. s. w.) erfordert die Festlegung einer ausführlichen Nomenklatur, die wir im folgenden wiedergeben und der die Abbildungen und Tabellen[1] einschließlich der Numerierung der Merkmale entsprechen:

1) Normale Spermien

a) Kopfveränderungen

2) Ohne Kopfkappe
3) Verjüngter Kopf
4) Birnförmiger Kopf
5) Verkleinerter Kopf
6) Vergrößerter Kopf
7) Verschmälerter Kopf
8) Difformierter Kopf
9) Doppelköpfe

1. Diese sind nur im Original vorhanden (vgl. Fußnote S. 6).

b) Mittelstücksveränderungen
10) Abaxiales Mittelstück
11) Geknicktes Mittelstück
12) Verdicktes Mittelstück (konisch, zylindrisch, spindelförmig)[1]
13) Verdickte Schlußscheibe (Endknopf)
14) Doppelschwänze
15) Cytoplasmatischer Anhang

c) Schwanzveränderungen
16) Verkümmerter Schwanz
17) Geringelter Schwanz
18) Unausgereifte Formen
19) Artefacte

1) Besondere Ziffern für unter 12) genannte Variationen sind nicht eingeführt, da diese ineinander übergehen und keine genauen Abgrenzungsmerkmale aufweisen.

2. Spermiogramm.

Wie bereits oben erwähnt, wiederholen sich die gleichen, morphologisch veränderten Spermienformen bei jedem untersuchten Tier. Da einzelne Abweichungen nur selten vorkommen, auch in Bezug auf die Spermiogenese unbedeutend sind, wird zur vereinfachten Auszählung der Spermien ein Spermiogramm aufgestellt, das nach Kopf-, Mittelstücks- und Schwanzveränderungen geordnet (s. o.) die wesentlichen Abweichungen enthält. (Siehe Tab. Ip, Spermiogramm.)

Von jedem Abschnitt wurden zwei Präparate angefertigt und in diesen je 250 Spermien ausgezählt und die Zahl der morphologisch veränderten Spermatozoen in Prozenten ausgerechnet. In der Tabelle Ip enthalten besondere Bemerkungen Hinweise auf die Menge der Spermatozoen und seltene oder atypische Spermienformen.

Die verschiedenen Spermienformen sind auf Tafel III mit der gleichen Numerierung als Skizzen dargestellt.

3. Morphologie der Spermien.

Das Ejakulat eines normalen fertilen Meerschweinchens enthält eine gewisse Anzahl morphologisch abweichender Spermien. Der Prozentsatz der anormalen Formen ist individuell verschieden.

Alle Präparate wurden zunächst in frischem ungefärbten Zustande untersucht und schon hierbei die morphologischen Veränderungen festgestellt. Dadurch lassen sich Artefacte, die durch das

Fixieren oder Färben der Präparate verursacht werden, mit Sicherheit ausschließen. Oft zeigen morphologisch veränderte Spermien eine gesteigerte Motilität.

Im folgenden soll auf die beschreibende Morphologie näher eingegangen werden.

a) Abnormitäten des Kopfes:

Nach Moench, Savage, Williams und anderen Autoren kommen von den verschiedenen morphologischen Veränderungen der Spermien die des Kopfes am häufigsten vor und sind auch am wichtigsten. Nach den Untersuchungen von Stiasny sind die Veränderungen des Kopfes bei Erbkranken 3½ mal häufiger als bei fertilen Männern, während Mittelstücksveränderungen bei Erbkranken im Vergleich zu den fertilen Männern nicht bedeutend erhöht sind. Die Veränderungen des Schwanzes brauchen noch weniger berücksichtigt zu werden.

1) Normale Spermien: Ein Meerschweinchenspermium wird auf Grund seines Körperbaues, der Konfiguration seines Kopfes und des Farbtones des gefärbten Präparates als normal bezeichnet. Mittelstück und Schwanz dürfen keine Besonderheiten aufweisen. Der Kopf ist kreisrund und hat im Profil die Form einer schmalen konvex-konkaven Linse (s. Abb. 2, 3 und 4). Seine Länge beträgt 7,5 — 7,6 μ, seine Breite 7,6 — 7,7 μ und seine Dicke 2,85 μ. Der größte, vordere Teil des Kopfes ist hell gefärbt, die Basis dunkler und scharf begrenzt.

Im Durchschnitt sind beim gesunden Meerschweinchen 84,68% gesunde Spermien vorhanden.

2) Fehlende Kopfkappe: Die ganz schwach violett gefärbte Kopfkappe der Meerschweinchenspermatozoen ist ziemlich oft nicht vorhanden. Ihr Fehlen trifft auch mit anderen morphologischen Veränderungen zusammen, jedoch lassen sich hier keine genauen gesetzmäßigen Kombinationen feststellen. Die größte Anzahl von Spermien dieser Form habe ich in den Hodenpräparaten gefunden und eine deutliche regelmäßige Abnahme über alle Abschnitte der ableitenden Samenwege bis zur Ampulle hin festgestellt. Bei der Berechnung der übrigen Durchschnittswerte wurde diese Form nicht als morphologisch veränderte Spermatozoe gewertet. Durchschnittlich haben 13,53% aller Spermien in den ableitenden Samenwegen keine Kopfkappen. Auch Korschelt hat das Fehlen der Kopfkappe gerade bei den Spermatozoen der Meerschweinchen besonders häufig beobachtet. Er ist der Ansicht, daß die Kopfkappe wegen ihrer außerordentlichen Größe besonders leicht verloren wird.

3) Verjüngter Kopf: Spermien mit verjüngtem hinteren Kopfteil werden auch von Moench zu den pathologischen Formen gerechnet.

Er beobachtete beim Menschen oft auch solche Formen mit abgebrochenem Mittelstück, und zwar zwischen den beiden Endknöpfen. Im Gegensatz zu Moench ist Stiasny der Ansicht, daß es sich hier nicht um eine Verringerung der Nukleärsubstanz handelt, sondern die Köpfe nur nach hinten ausgezogen sind.

Durchschnittliches Vorkommen dieser Spermatozoenform beim Meerschweinchen 0,42%.

4) Birnförmiger Kopf: Diese Form ist der vorhergehenden sehr ähnlich und unterscheidet sich nur durch eine starke Einschnürung am untersten Teil des Kopfes von dieser. Sie kann auch durch eine Verdickung des vorderen Endknöpfchens hervorgerufen sein.

Durchschnittliches Vorkommen in 2,25%.

5) Verkleinerter Kopf: Der Kopf dieser Spermatozoen ist ungefähr nur halb so groß wie der normaler. Das Verhältnis von heller und dunkler Färbung zeigt keine Abweichung vom Normalen. Morphologische Veränderungen an Mittelstück und Schwanz habe ich bei ihnen nicht beobachten können. Die Spermienform ist beweglich. Sie wurde bei 0,28% aller ausgezählten Spermatozoen gefunden.

6) Vergrößerter Kopf: Der Kopf dieser Spermien ist verschieden stark vergrößert und oft auch unregelmäßig konfiguriert. Diese Variation tritt häufig in Verbindung mit Cytoplasmaanhängen an Mittelstück und Schwanz auf. Sie findet sich beim Meerschweinchen nur verhältnismäßig selten, und zwar in 0,16%.

7) Verschmälerter Kopf: Die Köpfe dieser Spermien sind von länglicher, verschmälerter Form, ihr Umriß ist nicht immer ganz regelmäßig. Ihre Färbung zeigt keine Abweichungen. Diese Spermatozoen dürfen nicht mit im Profil gesehenen normalen Spermien verwechselt werden (vergl. Abb. 7, 8 und 4).

Auch diese Spermienform wurde beweglich beobachtet. Durchschnittliches Vorkommen in 0,25%.

8) Difformierter Kopf: Spermien mit difformierten Köpfen wurden verhältnismäßig häufig beobachtet. Die Färbung ist oft dunkel solid, aber auch umgekehrt oder normal. Die äußere Configuration des Kopfes ist nicht einheitlich und läßt sich daher schwer beschreiben. Stiasny beobachtete diese Form beim Menschen in lebhafter

rückwärtiger Bewegung. Sie wurde beim Meerschweinchen in 0,28% gefunden.

9) Doppelköpfe: Doppelkopfformen wurden von mir in den ableitenden Samenwegen nirgends beobachtet. Nur in einem Hodenpräparat fand ich eine derartige Mißbildung mit anfangs geteiltem Mittelstück (Abb. 10). Die Köpfe sind normal figuriert, der Farbton zeigt keine Abweichungen. Cytoplasmareste sind nicht vorhanden; eine Verdickung des Schwanzes war nicht festzustellen. Aus diesem Grunde läßt sich die Möglichkeit, daß es sich um ein Artefact handelt, mit Sicherheit ausschließen.

b) Abnormitäten des Mittelstücks:

Auch die Veränderungen des Mittelstücks sollen mit einer Störung der Spermiogenese zusammenhängen, obwohl den abweichenden Formen des Kopfes eine größere Bedeutung zukommt. Nach Stiasny verhalten sich die Prozentzahlen der Mittelstücksveränderungen bei erbkranken und normalen Männern wie 3,81:1,72. Die Formen, bei denen sich cytoplasmatische Anhänge im Bereich des Mittelstücks fanden, werden zu den abweichenden gezählt, da das Mittelstück aus dem Cytoplasma stammt.

Bei Meerschweinchen hat das normale Mittelstück ungefähr die 1½fache Länge des Kopfes und die 1½fache Breite des Schwanzes. Es muß ungefähr in der Mitte des basalen Teiles des Kopfes liegen. Eine nicht weitgehende exzentrische Insertion des Mittelstücks ist physiologisch. Treten Veränderungen des Kopfes und des Mittelstücks gemeinsam auf, so werden diese Spermien zu den Kopfveränderungen gezählt.

10) Abaxiales Mittelstück: Bei dieser ziemlich häufigen Abweichung hat das Mittelstück eine normale Form und Färbung, setzt aber nicht in der Mitte der dunkelgefärbten Kopfbasis an, sondern stark abaxial.

Die Veränderung wurde bei 3,56% aller Spermien beobachtet.

11) Geknicktes Mittelstück: Spermien mit geknicktem Mittelstück wurden von Moench und Stiasny in Bewegung beobachtet. Die Bewegung war kreisförmig und rückläufig.

Vorkommen in 0,70%.

12) Verdicktes Mittelstück: Im Spermiogramm wurden verschiedene abweichende Formen gemeinsam als verdickte Mittelstükken registriert. Bei genauer Beobachtung lassen sich drei Formen differenzieren: Die zylindrischen und spindelförmigen Mittelstücken wurden in etwa 1,37 %, die konisch verdickten in 1,21% gefunden. Eine wahre Mittelstücksveränderung läßt sich von einer Cytoplas-

maanlagerung gut unterscheiden, da diese weniger lichtbrechend ist, als das Mittelstück.

13) Verdickte Schlußscheibe (hinterer Endknopf): Sie bildet eine ziemlich häufige Veränderung, bei der sich der Endknopf des Mittelstücks bedeutend dunkler färbt als das übrige Mittelstück und der Schwanz.

Sie wurde bei 3,0% aller ausgezählten Spermien gefunden.

14) Doppelschwänze: Die Spermatozoen mit doppeltem Mittelstück und doppeltem Schwanz werden unter die Mittelstücksveränderungen gerechnet. Es handelt sich um Spermien mit einem Kopf und akzessorischem Schwanz. Doppelmittelstücken mit einem Schwanz und Doppelschwänze mit einem Mittelstück wurden von mir nicht beobachtet.

Die Veränderung ist sehr selten, sie wurde nur bei 0,03% gefunden.

15) Cytoplasmatischer Anhang: Es handelt sich hier um eine nicht ausgereifte Spermienform, bei der das Cytoplasma unvollkommen zum Mittelstück geschrumpft ist. Spermien mit cytoplasmatischem Anhang lassen also auf Störungen in der Spermiogenese schließen. Das Mittelstück ist vom Cytoplasma an der stärkeren Lichtbrechung gut zu unterscheiden (s. o.).

Diese Abnormität ist in 1,3% festgestellt worden.

c) Abnormitäten des Schwanzes:

Der Schwanz ist der längste und dünnste Teil des Samenfadens. Er ist etwa 79 — 91 μ lang. Seine Dicke nimmt gegen das freie Ende hin allmählich ab. Das Endstück besteht aus dem nackten Achsenfaden, der vom Hinterrande des Halses das Verbindungsstück und den ganzen Hauptteil des Schwanzes durchläuft. Im Hauptteil des Schwanzes wird der Achsenfaden von besonderen Hüllen umgeben.

16) Verkümmerter Schwanz: Unter diese Abnormität rechnen wir Spermien von normaler Größe mit einem kleinen Schwanz. Die Abart wurde bei 0,16% beobachtet.

17) Geringelter Schwanz:

Moench, Williams und Savage halten die Spermien mit geringelten Schwänzen für eine Spätveränderung in der Spermiogenese, schließen aber die Möglichkeit, daß es sich um Artefacte handelt, nicht vollkommen aus.

Da ich solche Formen im Nativpräparat in Bewegung beobachtete, wurden sie in das Spermiogramm aufgenommen; es wurden

nur die ausgeprägten Formen ausgezählt. So ergibt sich nur die niedrige Prozentzahl von 0,58.

18) Unausgereifte Formen: Unausgereifte Spermienformen habe ich mit Ausnahme der obenerwähnten in den ableitenden Samenwegen nur in einem Falle gefunden. In den Hodenpräparaten waren überhaupt nur wenig Spermien, doch ist unter ihnen die Prozentzahl der unausgereiften ziemlich hoch (33,0).

19) Artefacte: Im Spermiogramm sind die einzelnen Spermienköpfe (Spermien ohne Schwänze) als Artefacte aufgeführt, wenn die zugehörigen Schwänze gefunden werden konnten.

In einem Präparat fand ich *222* einzelne Köpfe ohne die zugehörigen Schwänze. Bei anderen Autoren werden derartige Spermatozoen als morphologische Veränderungen angegeben. Da ich sie beim Meerschweinchen nur in diesem einen Präparat fand, halte ich sie in diesem Falle doch für Artefacte.

Stiasny beschreibt Spermienformen mit einer unsichtbaren Plasmabrücke. Trotz stärkster Vergrößerungen gelingt es nicht, eine Verbindung zwischen Kopf und Schwanz zu finden.

Ich beobachtete derartige Formen nur dreimal und halte sie beim Meerschweinchen für Artefacte. Dagegen beobachtete ich einmal eine ungefärbte aufgefaserte Plasmabrücke, wie sie Moench beschrieben hat (Abb. 23).

Färberische Abnormitäten wie umgekehrt und solid gefärbte Spermienköpfe oder unregelmäßige Aufhellungen in der Kopfsubstanz wurden von mir beim Meerschweinchen überhaupt nicht beobachtet. Nur in Verbindung mit anderen Kopfveränderungen (z. B. difformierten Köpfen) traten sie gelegentlich auf.

4. Ergebnis der morphologischen Untersuchungen.

Die Ergebnisse der morphologischen Untersuchungen wurden nach verschiedenen Gesichtspunkten in Tabellen zusammengefaßt[1]:

Zunächst enthält das Spermiogramm (Tabelle Ip) die 19 in Abschnitt C., Absatz 3 aufgeführten patholoischen Einzelveränderungen für jedes Präparat (d. h. pro Tier und Abschnitt der Samenwege) prozentual berechnet. Diese Einzelabweichungen (Ziffer 1) sind dann im Durchschnitt für alle Abschnitte der ableitenden Samenwege bei jedem untersuchten Tier (Index t), als Durchschnitt durch alle Tiere für jeden Abschnitt (Index a) und als Gesamtdurchschnitt (Index g)

1. Diese sind nur im Original vorhanden (vgl. Fußnote S. 6).

in drei weiteren Tabellen aufgeführt.

Es folgt dann die Zusammenstellung der Einzelabweichungen in Kopf-, Mittelstücks- und Schwanzveränderungen unter Ziffer II in vier Tabellen pro Präparat, Tier, Abschnitt und im Gesamtdurchschnitt mit den gleichen Indices wie oben.

Schließlich wird der Gesamtdurchschnitt der morphologisch veränderten Spermien unter Ziffer III wieder mit den gleichen Indices in der gleichen Bedeutung aufgeführt.

Das folgende Schema soll die Uebersicht über die Anordnung der Tabellen erleichtern.

	Durchschnitt pro:			
	Präparat	unters. Tier	Abschnitt d. abl. Swg.	Gesamt-durchschn.
Einzelveränderungen	I_p	I_t	I_a	I_g
Kopf-, Mst.-, Schw.-veränderungen	II_p	II_t	II_a	II_g
Veränderte Spermien	III_p	III_t	III_a	III_g

In den Tabellen bezeichnen die römischen Ziffern über der Tabelle das untersuchte Tier und die Buchstaben A, D, N, H den Abschnitt der Samenwege (Ampulle, Ductus deferens, Nebenhoden, Hoden).

Zum Vergleich wurden auch von den Hoden Präparate angefertigt, die Spermien differenziert und die Ergebnisse in die Tabellen aufgenommen. Bei der Berechnung der Durchschnittswerte für die einzelnen Tiere und des Gesamtdurchschnitts wurden sie selbstverständlich nicht berücksichtigt.

Wie aus den Tabellen IIIa und IIIg hervorgeht, ist der Gesamtdurchschnitt der morphologisch veränderten Spermien 15,32%; auf die einzelnen Abschnitte verteilt er sich folgendermaßen:

Ampulle	15,82%
Ductus defer.	14,73%
Nebenhoden	14,49%
(Hoden)	11,0 %

Man beachte die ausgesprochene Zunahme der abnormen Spermienformen auf dem Wege vom Hoden zur Ampulle. Man könnte hieraus schließen, daß ein Teil der Abnormitäten sich erst in den ableitenden Samenwegen bildet. S t i a s n y kommt in seiner Arbeit bei Bullen zu einem ähnlichen Ergebnis.

Der Gesamtdurchschnittswert von 15,32% entspricht ungefähr den Ergebnissen anderer Untersuchungen an verschiedenen Tierarten und auch an Menschen.

Auf die einzelnen Teile des Spermiums bezogen ergibt sich folgendes:

Kopfveränderungen:	Gesamtdurchschnitt	3,01%
	in der Ampulle	3,11%
	im Ductus def.	2,74%
	im Nebenboden	2,93%
Mittelstücksveränderungen:	Gesamtdurchschnitt	11,63%
	in der Ampulle	11,89%
	im Ductus def.	11,33%
	im Nebenhoden	10,86%
Schwanzveränderungen:	Gesamtdurchschnitt	0,68%
	in der Ampulle	0,76%
	im Ductus def.	0,54%
	im Nebenhoden	0,69%

Irgendeine Gesetzmäßigkeit in bezug auf die Verteilung der verschiedenen Formveränderungen auf die einzelnen Abschnitte läßt sich nicht feststellen. Da sich alle morphologischen Veränderungen auch im Nebenhoden finden, sind sie sicher auf eine gestörte Spermiogenese zurückzuführen.

Nur das Vorkommen der Spermien ohne Kopfkappen verhält sich umgekehrt wie das der übrigen veränderten Spermatozoen. Das heißt, während die Durchschnittswerte der anderen morphologischen Veränderungen im Verlaufe der ableitenden Samenwege zunehmen (s. o.), nehmen die Spermien ohne Kopfkappen in peripherer Richtung, wie aus folgender Zusammenstellung hervorgeht, ziemlich stark ab.

Verhalten der Spermien ohne Kopfkappen:

Ampulle	7,3%
Ductus def.	14,1%
Nebenhoden	19,3%
Hoden	28,6%

Da nach Meves sich die Kopfkappe schon im Anfang der Spermiogenese bildet, läßt sich hierfür schwer eine Erklärung finden. Wie oben bereits erwähnt verlieren die Meerschweinchenspermatozoen ihre Kopfkappe besonders leicht, da diese sehr groß ist. Es besteht daher die Möglichkeit, daß durch die Stärke der mecha-

nischen Einwirkung beim Herauspressen des Spermas, die ja im Nebenhoden am größten und in den Ampullen am geringsten ist, die Ursache für das Zahlenverhältnis der Spermien ohne Kopfkappen in den einzelnen Abschnitten ist. Hierfür spricht auch, daß sich die Artefacte sehr ähnlich verhalten (Ampulle 8,3%, Ductus deferens 9,7% Nebenhoden 14,2%), wenn sie auch in geringerer Zahl auftreten.

Auf die unausgereiften Spermienformen und die Artefacte wurde oben schon näher eingegangen. Sie wurden zu Vergleichen in die Tabellen aufgenommen.

Im Gegensatz zu anderen Untersuchungsergebnissen sind die Mittelstücksveränderungen beim Meerschweinchen sehr häufig, 11,63% (häufiger als die Kopfveränderungen, 3,01%). Er treten hauptsächlich nur drei Formen von Mittelstücksveränderungen auf, und zwar:

Verdickte Schlußscheibe	3,00%
Verdicktes Mittelstück	2,58%
Abaxiales Mittelstück	3.56%

Während die erste Veränderung ziemlich sicher zu differenzieren ist, kann man bei der zweiten darüber, bei wie starker Verdickung ein Mittelstück zu den morphologischen Abweichungen gerechnet werden muß, verschiedener Ansicht sein. Wie oben bereits erwähnt wurde, ist eine geringe exzentrische Insertion des Mittelstückes beim Meerschweinchen physiologisch; es handelt sich also auch bei der dritten Mittelstücksveränderung nur um eine graduelle Abweichung.

III. Zusammenfassung.

Ueberblicken wir abschließend noch einmal die Ergebnisse der einzelnen Untersuchungen, so kommen wir zu folgender Zusammenfassung:

1. In den ableitenden Samenwegen (Nebenhoden, Ductus deferens, Ampulle) des Meerschweinchens finden wir durchschnittlich 15,32% morphologisch veränderte Spermatozoen. Diese verteilen sich folgendermaßen auf die einzelnen Abschnitte: Nebenhoden 14,49%, Ductus deferens 14,73%, Ampulle 15,82%. Die atypischen Formen nehmen demnach im Verlauf der Samenwege zu. Diese Tatsache läßt vermuten, daß ein Teil der Veränderungen erst nach Verlassen des Nebenhodens entsteht.

2. Am häufigsten sind die Mittelstücksveränderungen mit 11,63%. Dann folgen die Kopfveränderungen mit 3,01% und schließlich die Schwanzveränderungen mit 0,68%.

3. Durchschnittlich 13,53% aller Spermien haben keine Kopfkappen. Die Spermatozoen ohne Kopfkappen nehmen in den ableitenden Samenwegen mit deren Verlauf in peripherer Richtung ab.

4. Die häufigsten Mittelstücksveränderungen sind abaxiale Mittelstücken, dann folgen verdickte Schlußscheiben und verdickte Mittelstücken; die häufigsten Kopfveränderungen sind birnförmige und verjüngte Köpfe.

5. Alle morphologischen Veränderungen wurden auch im Nebenhoden gefunden. Es handelt sich also bei allen Abweichungen um die Ergebnisse einer gestörten Spermiogenese.

6. Unausgereifte Formen, außer den Spermien mit cytoplasmatischem Anhang, wurden in den ableitenden Samenwegen nur bei einem Tier festgestellt.

7. In den Ampullen waren 93% aller Spermien spontan beweglich, im Ductus deferens 68% und im Nebenhoden 60%. Im Hoden wurden in vier Fällen einige spontanbewegliche Spermien beobachtet. Morphologische Veränderungen sind hier sehr selten, dagegen wurden unausgereifte Formen im Hoden oft gesehen.

Der Durchschnitt von 15,32% entspricht annähernd den Ergebnissen von Moench und Stiasny bei Menschen und denen von Williams und Savage bei Stieren. Ein gewisser Prozentsatz atypischer Spermienformen ist bisher bei allen untersuchten Tiergattungen gefunden worden. Da das Meerschweinchen allgemein vielfach als Objekt für vergleichende Untersuchungen zum Menschen verwendet wird, liefern die Ergebnisse speziell der Untersuchungen an der Morphologie der Spermien der Meerschweinchen brauchbare Unterlagen zu vergleichenden Untersuchungen auf diesem Gebiet.

Literaturverzeichnis.

Belonoschkin, B.: Z. f. Biol. 92, 452.
Belt, A. E.: J. americ. med. Assoc. 102. Nr. 5, 1934.
Benoit, M. J.: Arch. Anat. Hist. Embryonal. 5. 1926.
Boeminghaus, H.: Archiv für klin. Chirurg. 139, 1926. 563—573 .
Boeminghaus und Baldus, G.: Z. f. Urologie, Bd. 28, 1934.
Engelmann: Jenaische Z. Naturw. 4. 321. 1868.
Fraenkel: Die Samenblasen des Menschen, Berlin 1901.
Gohrbandt, E.: Z. f. Chirurgie 1935, Nr. 10.
Granzow, J.: Biolog., serolog. und pharmakolog. Untersuchungen an den Spermien des Meerschweinchens und des Menschen.
Guggenberger, J.: Monatschrift f. Gebh. u. Gynäkologie 59, 22.
Hilzheimer und Haempel: Hdb. der Biol. der Wirbeltiere, Stuttgart 1913.
Iwanoff: Z. f. Züchtung B. Bd. 20, 1931, 405.
Jaeger: Z. f. Medizinalbeamte 1892, 66.
Kayser: Inaug. Dissert. 1889.
Knaus, H.: A. f. Gyn. 151, 1932.
Korschelt, E.: Handwörterbuch d. Naturwissenschaften Bd. 1, 4, 9.
Krause, R.: Mikrosk. Anat. der Wirbeltiere, Bln. und Lpzg. 1921.
Kryskowski und Pawlow: Tierzüchtung und Züchtungsbiol. 10. 1927.
Lagerloeff: Münchener Tierärztl. Wschft. 82, Nr. 46 und 48. Südd. landwirtschaftl. Tierzucht 25, Nr. 19. Svenska Veterinärtkft. 37, 410—442.
v. Lanz: Klin. Wschr. 9. 1930; Verh. d. Anat. Ges. 33, 1924; Z. d. Ges. Anat. 1. Abtlg. 74; Z. d. Anat. und Entwgesch. 80, 1926.
Mantegazza: Sur la vitalité des zoospermes de la grenonille, Bruxel-
Mettemleiter: Arch. f. Gyn. 126. H. i. 251—290, 1925.
Missurca: Riv. sper. Freniatr. 15. 1889.
Moench: Studien zur Fertilität, 1931, Enke Stuttgart. les 1859.
Moore, C. R.: Anat. Rec. 37, 1927; J. exp. Biol. 50, 1928.
Obolonsky: Z. f. gerichtl. Medizin 1888, 363.
v. Oordt und v. d. Heyde: Arch. f. Entwmchk. 113, 1928.
Oppenheimer und Pincussen: Tabulae biologicae, W. Junk 1930.
Pawlow, G.: Russhij. fisiol. zurnal. 1928.
Popa, G. T.: CR. Soc. Biol., Paris, 180, 1929.
Redenz, E.: Arch. f. Entwmchk. 6. 1925, Würzburg, Abhdlg. N. Folge 4; Arch. f. mikr. Anatomie 103, 593. 1924.
Rehfisch: Med. Wschft. 1896.

Roemmle, O.: Zool. Jahrbuch. Allgem. Zoologie. 44. 1927.
Sack und Kummerbach: Münchener Med. Wschft. 1930.
Savage, A.: SC. Agr. Ottowa, Bd. 4, 1924; J. Americ. Verd. Med. Assoc. XI 1920, 29.
Schmalfuß: Aerztliche Sachverständigenzeitung 1919.
Simeone, F. A. und Young, W. C.: J. of exp. Biol. 8. 1931. 165—175.
Simonds, J., Asdell, S. H.: Brit. Journal exp. Biol. 4. 1926.
Steinach-Pflüger: Archiv 56, 1894.
Stiasny, H.: Z. f. Chir. 1935 Nr. 23; Erbkrankheit und Fertilität.
Stigler, B.: Pflügers Archiv: 155, 201—230. 1914; 171, 273—282, 1918.
Stoehr-Moellendorf: Lehrbuch der Histologie. Jena 1933.
Straßmann: Lehrbuch d. gerichtl. Medizin 1895.
Sturgi: J. of cut a. gen. urin. diseases 1898. 394.
Toothill, M. und Young, W. C.: Anat. Rec. 50. 1931. 95—107.
Voicu und Petrescu: Gluj. Med. 14, Nr. 2. 1933.
Walton, A.: J. exp. Biol. 7. 1930.
Williams, W. W.: J. of Americ. Vet. Med. Assoc. XII, 1920. 29; Cornell Veterinarian 1920, X. 1922, XII; Sex. Hygenie and Reproduction of cattles, Springfield 1930.
Williams, W. W. und Savage: Cornell Vet. 1925, XV; 1926, XVI; 1927, XVII; Transacta, Roy. Soc. Canada III Bd. 21. Sekt. V. 1927.
Williams, W. L.: Cornell Vet. 1923; Diseases of the genital Organs of domestik animals. Ithaka 1921; Vet. Med. 1932.
Young, W. C.: J. of Biol. 82. 1931; J. of exp. Zool. 49. 1927.

Lebenslauf.

Der Verfasser dieser Arbeit, Karl Heinrich Dorner, evangelischer Konfession, wurde am 5. März 1914 als Sohn des Studienrates Adolf Dorner und seiner Ehefrau Else geborene Schuppan zu Spandau geboren. Er besuchte das Staatliche Kant-Gymnasium zu Berlin-Spandau, welches er Ostern 1932 verließ mit dem Zeugnis der Reife, um sich dem Studium der Medizin zu widmen. Die ärztliche Vorprüfung bestand er in Berlin am 27. Oktober 1934, die ärztliche Prüfung am 2. August 1938.